

Körnerkonservierung

Jochen Mellmann, Fabian Weigler, Thomas Hoffmann
Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB)

Kurzfassung

Betriebseigene Getreideanlagen sind für die Mehrzahl der Erzeuger nach wie vor unverzichtbar. Eine zunehmende Überschneidung der Erntefenster, steigende Mähdruschkapazitäten und daraus resultierende Anforderungen an die Logistik zwingen viele Betriebe zum Neubau bzw. zur Erweiterung ihrer Anlagen. Die Steigerung der Energieeffizienz und Senkung der Verfahrenskosten stehen im Fokus aktueller Forschung und Entwicklung.

Schlüsselwörter

Körnerfrüchte, Trocknung, Belüftung, Kühlung, Feuchtkonservierung, Energieeffizienz

Grain preservation

Jochen Mellmann, Fabian Weigler, Thomas Hoffmann
Leibniz Institute for Agricultural Engineering Potsdam-Bornim (ATB)

Abstract

In-house grain plants are still indispensable for the majority of producers. Due to a growing overlap of harvest times, increasing capacity of the harvesters and the resulting requirements for the logistic, more and more farmers are forced to build new facilities or extend existing plants. The actual research and development is focused on increasing energy efficiency and lowering process costs.

Keywords

Grain, drying, ventilation, cooling, wet preservation, energy efficiency

Allgemeines

Im Rekordjahr 2013/14 wurden weltweit 714 Mio. t Weizen produziert – Tendenz gleichbleibend [1]. Jedoch verderben nach Angaben der FAO jährlich ca. 10-20 % des geernteten Getreides. Der größte Teil dieser Verluste entsteht durch Insektenbefall sowie Mykotoxin-Bildung aufgrund unsachgemäßer Konservierung [2].

Der technische Fortschritt hat Mähdruschkapazitäten hervorgebracht, die heute eine Leistung von mehr als 50 t/h aufweisen. Spitzenwerte reichen sogar an 100 t/h heran [3]. Aufgrund der gestiegenen Schlagkraft sind viele Betriebe über die Leistungsfähigkeit ihrer Getreideanlagen hinausgewachsen [2].

Die betriebseigene Getreidelagerung bleibt dennoch für die Mehrzahl der Erzeuger unverzichtbar [4]. Die Planung und der Bau von neuen Getreideanlagen ist ein komplexes Vorhaben, wenn man die vom Markt geforderte bestmögliche Qualität des Ernteproduktes auch während der Trocknung und Lagerung sichern möchte [4 bis 6]. Im Vorfeld sind daher mehrere Aspekte zu berücksichtigen. So sollte die Annahmelleistung an die Schlagkraft moderner Mähdrescher angepasst werden. Bei der Standortwahl liegt das Hauptaugenmerk auf der Einhaltung der Immissionsschutz-Auflagen, mit denen sich die zuständigen Bau- und Umweltämter bereits in der Planungsphase absichern. Das Investitionsvolumen für Getreideanlagen liegt zwischen 150 und 200 €/t Getreide [2; 4].

Trocknung

Die Trocknungstechnik auf den Betrieben ist in den letzten Jahren vielfältiger geworden. So werden neben neu hinzugekommenen Druschfrüchten, wie Mais und Soja, auch Hackschnitzel, Brotreste und Torf getrocknet. In der Praxis sind somit Container- sowie Silosatztrockner, Dächerschacht-Durchlauftrockner, Lagerbelüftungstrocknungen und Bandtrocknungsanlagen zu finden [2; 4].

Die Satz Trocknung von Körnerfrüchten in Wellblechrundsilos ist ein Verfahren, das seit ca. 30 Jahren nahezu unverändert bevorzugt in den USA und Australien angewendet wird. Bei allen Satz Trocknungen bieten Zwillingsanlagen immer den Vorteil, dass die Auslastung des Warmlufterzeugers deutlich gesteigert werden kann [4].

Führende Trocknerhersteller haben aktuell begonnen, ihre Durchlauftrockner im Hinblick auf den Energieverbrauch zu optimieren. Darüber hinaus besteht der Anspruch, die benötigte Wärmeenergie durch alternative Energiequellen zu ersetzen. So finden sich in der Praxis neben konventionellen Heizöl- und Erdgasanlagen auch Konzepte, die mit Luft-Wasser-Wärmetauschern (Biogasanlagen) oder aber auch Luft-Luft-Wärmetauschern (Hackschnitzelheizung) ausgestattet sind. Eine vollständige Substituierung der fossilen Energieträger ist in Anbetracht der hohen Investitionen und der kurzen Erntefenster oft nicht umsetzbar. In der Praxis haben sich deshalb Anlagen bewährt, die bis zu 50 % der fossilen Energieträger ersetzen [2; 4].

Die Firma Neuero Farm- und Fördertechnik GmbH, Melle hat die Produktgruppe Durchlauf-trockner NDT weiter technisch überarbeitet [7]. Dabei wurde auf folgende Aspekte besonderer Wert gelegt:

- Gleichmäßige Verweilzeit für das Trocknungsgut
- Hoher Wirkungsgrad der gesamten Anlage
- Maximale Sättigung der Prozessluft
- Wärmeisolation der gesamten Trocknungsanlage
- Verbesserte Steuerung
- Wärmerückgewinnung
- Einsatz verschiedener Wärmequellen

Die Firma Petkus Technologie GmbH hat laut eigenen Angaben den ersten Durchlauf-trockner entwickelt, der vollständig ohne fossile Brennstoffe arbeitet [8]. Zusammen mit den Ingenieuren von Bednar FMT wurde ein Durchlauf-trockner auf der Grundlage eines Luft-Wasser-Wärmetauschers mit einer Leistung von 800 kW Grundheizung konstruiert, der die Abwärme einer Biogasanlage nutzt. Die angesaugte Außenluft kann auf eine maximale und konstante Temperatur von 90°C erhitzt werden. Um höhere Trocknungstemperaturen zu erreichen (z.B. für Mais), muss ein zusätzliches elektrisches Heizregister mit einer Leistung von 500 kWel installiert werden. Die erforderliche Elektroenergie wird vom BHKW der Biogasanlage bereitgestellt. Zur Einstellung der gewünschten Lufttemperatur kann die Leistung des Heizregisters in 10 x 50-kWel-Schritten variiert werden. Mit diesen Parametern beträgt die Leistung dieses ökologischen Trockners nominal 220 t pro Tag (Weizen-Trocknung von 19 % auf 15 % Feuchtigkeit).

Firma Cimbria Unigrain A/S entwickelte in den vergangenen Jahren eine neue Serie von Trocknungsanlagen auf Grundlage des Durchlauf-Schachttrockners mit einer Trocknungskapazität von 100 bis 300 t/h [9]. Bei der Entwicklung des Cimbria „Eco-Master“ wurde auf folgende Punkte besonderer Wert gelegt:

- Kapazität
- Schonende Trocknung
- Stromverbrauch bei minimaler Staubemission
- Geräuschimmission
- Staubemission

Von der Romberger Maschinenfabrik GmbH, Anzkirchen, wurde die Trocknungsanlage „Eco Star“ entwickelt, die sich durch eine stabile Konstruktion und eine wartungsfreundliche Modulbauweise auszeichnet [10].

Am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) werden in Zusammenarbeit mit der Firma Neuero Forschungsarbeiten zur Energieeffizienzsteigerung bei der Getreide-trocknung durchgeführt. Auf Grundlage von Voruntersuchungen wurde ein neues Design für

die Dächerschachttrocknung vorgeschlagen, das auf einer vorteilhaften Kombination verschiedener Verfahrensprinzipien basiert [11]. Ein Prototyp dieses Trockners mit modifizierter Luftkanalanordnung (s. **Bild 1**) wurde in der Ernteperiode 2014 erfolgreich in Betrieb genommen und getestet. Die neuartige Trocknergestaltung wird in einem laufenden Forschungsprojekt bis zur Marktreife weiterentwickelt.

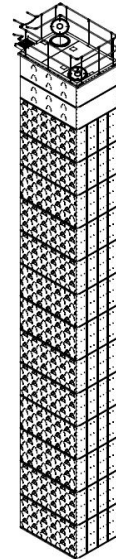


Bild 1: Neuartiger Durchlauftrockner vom Typ NDT 13-1 (Neuero) am Standort Grimmen der Getreide AG (links, Foto: ATB), Trocknerschacht mit Luftkanalanordnung (rechts).

Figure 1: Innovative mixed-flow dryer of type NDT 13-1 (Neuero), facility Grimmen of the Getreide AG (left, Photo: ATB); Drying shaft with air duct arrangement (right).

Aktuelle Forschungsarbeiten zur Effizienzsteigerung der Dächerschacht-Satztrocknung werden an der Universität Helsinki durchgeführt [12]. Ziel ist eine optimale Steuerung des stationären Trocknungsprozesses hinsichtlich Durchsatz, Temperatur und relativer Feuchte der Zuluft zum Erreichen einer maximalen Feuchtesättigung der Abluft.

Lagerung

Durch Sortenwahl und Bestandsführung wurde im Getreideanbau mittlerweile ein Stand erreicht, an dem sich die Druschtermine für Weizen, Roggen und Raps überschneiden. Diese Entwicklung und steigende Mähdruschkapazitäten führen dazu, dass die Getreideanlagen hierzulande in Bezug auf Annahme- und Verarbeitungskapazitäten oft ausgeschöpft sind und dem anfallenden Feuchtgetreidestrom kaum noch Herr werden [2]. Insbesondere betroffen sind hiervon Betriebe, die gewachsen sind und bisher mit Investitionen in die Lagerhaltung zurückhaltend waren, aber auch viehhaltende Betriebe [13].

Eine Zwischenlagerung ist daher oft notwendig. Hierzu können planbefestigte Betonflächen vor der Getreideanlage genutzt werden. Diese Art der Zwischenlagerung ist besonders zweckmäßig für sehr feuchtes Getreide (über 22 % Feuchte), das zu Brückenbildung neigt und in Rundsilos zu Verstopfungen führen würde. Feuchtgetreide sollte höchstens

48 Stunden ohne Kühlmöglichkeit zwischengelagert werden. Nach dieser Zeitspanne setzt bereits Verderb ein [2].

Der Lagerraum wird generell in Feuchtgetreidelager und Endlagerzellen aufgeteilt [4]. Grundsätzlich sind wenige große Lagerzellen günstiger als viele kleine. Außerdem gilt: die Bauhöhe ist günstiger als die Beanspruchung einer großen Baufläche, wodurch die Kosten für Fundamente, Dächer und Fördertechnik gesenkt werden [2]. Die Lagerzellen sollten mit Thermometern ausgerüstet sein, um bei einem Temperauranstieg rechtzeitig mit Belüftung gegensteuern zu können [4]. Neben der Temperatur und Luftfeuchte wird nach Ansicht von Lagerexperten die Wasseraktivität im Getreidestapel als Messgröße bei der Lagerung und Vermarktung einen hohen Stellenwert einnehmen [13].

Zur Gesunderhaltung des Getreides im Lager gehört auch die Vermeidung bzw. die Bekämpfung tierischer Vorratsschädlinge. In [14] wird hierzu ein umfassender Überblick über prophylaktische Maßnahmen und neue Entwicklungen gegeben.

Eine neue Dimension in der Silolagerung bietet Fa. Zeppelin mit ihrem TÜV-zertifizierten Bolt-Tec-Silo [15]. Lag die Grenze für ein Schraub-Silo bisher bei etwa 500 m³, lassen sich nun mit einer neuen Fertigungstechnologie Silos mit einem Fassungsvermögen bis zu 1000 m³ herstellen. Mit Hilfe einer speziell abgedichteten, modularen Bauweise soll der steigende Bedarf an Lagerkapazität aufgefangen werden. Ferner verspricht der Hersteller ein problemloses Demontieren und Wiederaufbauen des Silos an anderer Stelle. Das Baukastensystem ermöglicht eine nachträgliche Volumenerweiterung und eine Anpassung an andere Schüttgüter.

Belüftung und Kühlung

Die Belüftung mit Kaltluft gilt als Standardmaßnahme in der Lagerhaltung zur Sicherung der Produktqualität. Dabei muss die Außentemperatur mindestens 5°C niedriger sein als die Lagertemperatur, damit auch bei hohen Außenluftfeuchten eine relative Gleichgewichts-Luftfeuchte im Lager $\leq 65\%$ r.H. erreicht wird [4; 16]. Zu den wichtigsten Belüftungseinrichtungen zählen Wellblechkanal, Unterflurkanal, Belüftungsschlauch, Belüftungskonus und Teleskopkanal. Bei der Wahl der geeigneten Belüftungseinrichtung ist auf folgende Kriterien zu achten [17]:

- Gleichmäßige Luftverteilung
- Niedriger Strömungswiderstand
- Kosten für Kanäle einschließlich Betonarbeiten
- Arbeitsaufwand zum Reinigen und Desinfizieren der Kanäle.

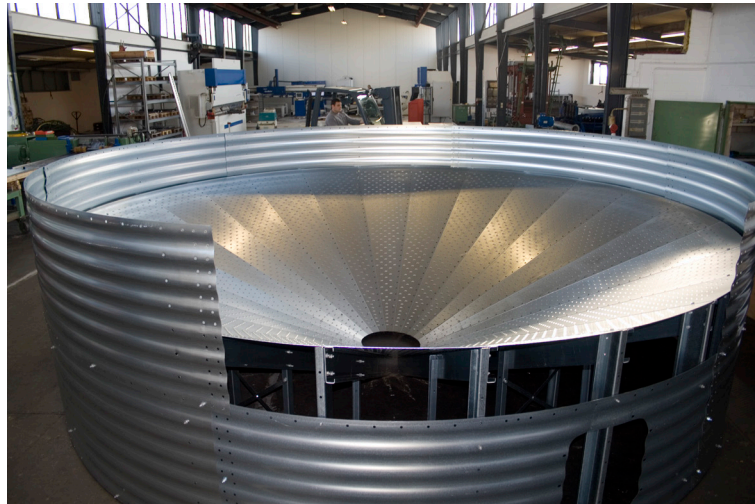


Bild 2: Vollbelüftungskonus für Silos (Foto: Neuero).

Figure 2: Full ventilation cone for silos (Photo: Neuero).

Neue Lagerkonzepte setzen auf Silos mit Vollbelüftungskonus aus perforierten Blechen (**Bild 2**). Durch die große Grundfläche wird eine vollständige Durchströmung und ggf. Trocknung des Lagerguts erreicht. Dabei ist jedes Silo mit einem eigenen Gebläse ausgestattet. Die Ansaugluft kann mit Gasheizern zusätzlich erwärmt werden. Die Lüfterdrehzahl wird automatisch nach dem Behälterfüllstand geregelt. Die Abluft entweicht über Entlüftungshauben im Silodach. Durch eine Konusneigung von 27° oder 45° kann das Silo fast komplett z.B. mittels Abzugsschnecke entleert werden [17; 18].

Ein neues System zur Getreidebelüftung im Flachlager sind sog. Belüftungssäulen. Die Polycool Teleskopsäulen der Fa. Carl von Gehlen bestehen aus stabilem Kunststoff und verursachen keinerlei Installationskosten, da sie ohne zusätzliche Befestigung nach Bedarf im Lagerraum aufgestellt werden können. Die benötigten Ventilatoren werden auf die Säulen gesteckt, deren Höhe durch modulare Bauweise variiert werden kann. Die Lüfter können wahlweise im Saug- oder Druckbetrieb arbeiten [19].

Der Stromverbrauch der Getreidekühltechnik konnte in den letzten Jahren deutlich reduziert werden [20]. Dies wurde unter anderem durch den Einsatz von frequenzgeregelten Ventilatoren, Thyristorsteuerungen, neuartigen Ventilatorschaufeln, energiesparenden Motoren, optimierten Kältekompressoren sowie den Einbau von Unterkühlern und der Weiterentwicklung moderner Steuerungen erreicht. Moderne Anlagen ermöglichen zusätzlich einen Datenaustausch mit einer Fernwarte sowie eine Diagnose des Kühlgerätes via Funk oder Internet. Dadurch wird ein energieoptimaler, vollautomatischer Betrieb realisierbar. Moderne Kühlgeräte des Typs GranifrigorTM benötigen unter 3 kWh/t und verbrauchen damit unwesentlich mehr Strom als Belüftungsgeräte.

Feuchtkonservierung

In Deutschland entscheiden sich 90 % der landwirtschaftlichen Betriebe für ein Trocknungsverfahren zur Konservierung der Erntefrüchte [4]. Lediglich 10 % greifen auf eine chemische Konservierung – meist mittels Propionsäure – zurück. Dieses Getreide wird überwiegend innerbetrieblich als Futter verwendet. Der spezifische Energieverbrauch und damit die Verfahrenskosten der Feuchtkonservierung sind jedoch deutlich geringer als bei der Trocknung. Mit einer Kombination von Getreidequetschung, luftdichtem Abschluss und chemischer Konservierung sind Energieeinsparungen von 15 % im Vergleich zur bisherigen Praxis erreichbar [21].



Bild 3: Einlagerung in luftdichten Folienschläuchen (Foto: Weber).

Figure 3: Storage in air-tight foil hoses (Photo: Weber).

Ein bereits etabliertes Verfahren zur Silierung verschiedener Agrarprodukte ist die Einlagerung in luftdichten Folienschläuchen (**Bild 3**). Nach der Entwicklung maschineller Entnahmetechniken für Getreide erlangte dieses Verfahren Anfang 2000 einen Durchbruch bei der Feuchtkonservierung von Körnerfrüchten [22]. Mit Verfahrenskosten (inklusive Folie) von 4 bis 6 €/t für Getreide ist es auch eine preiswerte Alternative zur Lagerung in Hallen und Silos. In Praxisversuchen an erntefrischem Weizen mit 14 % Feuchte wurden keine Qualitätseinbußen gegenüber der konventionellen Lagerung festgestellt [23].

Zusammenfassung

Betriebseigene Getreideanlagen sind für die Mehrzahl der Erzeuger nach wie vor unverzichtbar. Eine zunehmende Überschneidung der Erntefenster, steigende Mähdruschkapazitäten und daraus resultierende Anforderungen an die Logistik zwingen viele Betriebe zum Neubau bzw. zur Erweiterung ihrer Anlagen. Die Steigerung der Energieeffizienz und Senkung der Verfahrenskosten stehen im Fokus aktueller Forschung und Entwicklung.

Literatur

- [1] Becker-Weigel, M.: Weizenbestände bleiben auf hohem Niveau. Getreidemagazin 19 (2014) H. 3, S. 56-57.
- [2] Spreu, A.: Getreidelagerung – Qualität ernten, lagern und vermarkten. Getreidemagazin 19 (2014) H. 2, S. 60-63.
- [3] Tannenberger, T.; Meyer, K.: Geschichte miterlebt, Geschichte geschrieben. Bauernzeitung 55 (2014) 27, S. 38-39.
- [4] Bombien, M.: Die hofeigene Getreidelagerung. Getreidemagazin 18 (2013) H. 2, S. 60-63.
- [5] Gerdes, H.: Rechnet sich ein neues eigenes Getreidelager? Getreidemagazin 19 (2014) H. 2, S. 64-65.
- [6] Schindler, M.: Getreidelager – ein wirtschaftliches Muss. Getreidemagazin 18 (2013) H. 2, S. 64-66.
- [7] Klausning, N.: Anlagenbeispiel eines Durchlauftrockners im Hinblick auf Energieoptimierung. Mühle + Mischfutter 151 (2014) H. 9, S. 262.
- [8] Herz, D.D.: Entwicklung des ersten „grünen“ Trockners. Mühle + Mischfutter 151 (2014) H. 19, S. 631.
- [9] Christensen, N.: Neue Technik für Getreidetrocknungsanlagen. Mühle + Mischfutter 150 (2013) H. 10, S. 306.
- [10] Poppe, G.: Getreidetrockner, Bauart Romberger. Mühle + Mischfutter 150 (2013) H. 10, S. 311-312.
- [11] Weigler, F., Franke, G., Scaar, H. und Mellmann, J.: Experimente zum Partikelfluss an einer neu entwickelten Geometrie für Dächerschachttrockner. Landtechnik 69 (2014) H. 1, S. 30-34.
- [12] Jokiniemi, H. T.; Ahokas, J. M.: Drying process optimisation in a mixed-flow batch grain dryer. Biosystems Engineering 121 (2014), pp. 209-220.
- [13] Claus, K.-H.: Lagercheck – gezielte Vorbereitung des Getreidelagers. Getreidemagazin 19 (2014) H. 3, S. 49-52.
- [14] Schöller, M.: Bekämpfung von Vorratsschädlingen. Getreidemagazin 18 (2013) H. 4, S. 52-54.
- [15] Mühlenkamp, S.: Silos – Neue Dimensionen. Schüttgut 20 (2014) H. 1, S. 20-21.
- [16] Humpisch, G.: Belüften und thermisches Trocknen von Getreide. Getreidemagazin 18 (2013) H. 3, S. 50-53.
- [17] Klausning, N.: Kühlung und Gesunderhaltung von Getreide. Mühle + Mischfutter 150 (2013) H. 10, S. 309-310.
- [18] Rudolph, W.: Mobil mit Swing-Effekt. Bauernzeitung 55 (2014) 23, S. 30-32.
- [19] Carl von Gehlen GmbH & Co.KG.: Getreidebelüftungssystem Polycool. Getreidemagazin 19 (2014) H. 3, S. 41.

- [20] Kolb, R. E.: Energieverbrauch bei der Getreidekühlung nochmals deutlich gesenkt. Mühle + Mischfutter 151 (2014) H. 9, S. 272-273.
- [21] Jokiniemi, T.; Jaakkola, S.; Turunen, M.; Ahokas, J.: Energy consumption in different grain preservation methods. Agronomy Research 12 (2014) H. 1, pp. 81-94.
- [22] Weber, U.: Weltweite neue Entwicklung bei der Lagerung und Konservierung von Agrarprodukten. Deutsche Zuckerrüben Zeitung 51 (2015) H. 1, S. 38-39.
- [23] Idler, C.; Hoffmann, T.; Weber, U.: Schüttgüter im Schlauch. Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg 64/164 (2014) 22, S. 27-29.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 11.02.2015

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Mellmann, Jochen; Weigler, Fabian; Hoffmann, Thomas: Körnerkonservierung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2014. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2015. S. 1-9

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055067>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/200.html>